



Секція 3. Проблематика та перспективи удосконалення електротехнічних комплексів і систем

УДК 621.311.4.031

РОЗРОБКА ВІТРОГЕНЕРАТОРА НА ПОСТІЙНИХ МАГНІТАХ З МАГНІТНИМ РЕДУКТОРОМ ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ВІТРЯКА ЗА УМОВ ШАХТИ

Гребеніков Віктор Володимирович

доктор тех. наук, пров. наук. спів.

Інституту електродинаміки НАН України

Добжанський Олександр

доктор тех. наук, кафедра електротехніки

та відновлюваних джерел енергії,

Орегонський технологічний інститут, США

Мазуренко Леонід Іванович

доктор тех. наук, проф. кафедри

КПІ ім.І. Сікорського

Нечипоренко Владислав Анатолійович

студент

КПІ ім. Ігоря Сікорського

Анотація: Досліджено можливість використання вітрогенераторів на постійних магнітах для виробництва електричної енергії в підземних виробках шахт. Розроблено генератор на постійних магнітах для використання в умовах шахти. Показано, що застосування редуктора на постійних магнітах дозволяє підвищити частоту обертання електрогенератора заданої потужності і, тим самим, зменшити його розміри і масу. Проаналізовано дані щодо швидкостей повітря. Обґрунтовано застосування для умов шахт вітрогенераторів з вертикальною віссю обертання.

Ключові слова: електропостачання, електричні установки, вітрогенератор, альтернативні джерела енергії.

Abstract: The possibility of using permanent-magnet wind generators to produce electricity in underground mines has been investigated. A permanent-magnet generator has been developed for use in mine conditions. Air velocity data are analyzed. It is shown that the use of a permanent magnet gearbox allows to increase the speed of a given power generator and, thus, to reduce its size and weight. Application for the conditions of the shafts of wind turbines with vertical axis of rotation is substantiated.

Key words: power supply, electrical installations, wind turbine, alternative energy sources.

Вступ. У зв'язку з постійним розвитком української індустрії, який характеризується збільшенням кількості промислових підприємств, кількості обладнання на існуючих підприємствах, об'ємів споживаної електроенергії, виникає проблема стрімкого росту цін на продукцію галузей промисловості України, виробництво яких залежить від видобування корисних копалин [1].

У даній роботі розглядається можливість використання енергії вентиляційних висхідних потоків підземних виробок шахт та перетворення кінетичної енергії цих потоків в електричну.

Мета та завдання: розробка вітроенергоустановки на постійних магнітах в підземних виробках шахт.

Матеріал і результати дослідження. За умов шахти доцільно використання вітрогенераторів із вертикальною віссю обертання. При середній швидкості вітру $V=2-5$ м/с

частота обертання вітроротору сягає $n=100\div 300$ об/хв [2]. Електрогенератор для вітроустановки з такою частотою обертання при прямому з'єднанні вала вітроротора і електрогенератора має досить великі габарити, а значить вартість. Тому часто використовуються підвищуючі редуктори. Останнім часом для вітроустановок все частіше використовуються магнітні редуктори на постійних магнітах, які на відміну від механічних редукторів, не створюють додаткового шуму, не вимагають мастила, довговічність роботи у них вище, експлуатаційні витрати також менші [3-7]. Застосування підвищувального редуктора дозволяє збільшити номінальну частоту обертання електрогенератора, а значить, зменшити габарити і масу активних матеріалів і, тим самим, зменшити вартість всієї системи.

На рис.1 зображена спрощена функціональна схема роботи розроблюваної установки. Вона має у своєму складі:

- вітрове колесо з вертикальною віссю обертання;
- магнітний редуктор на постійних магнітах;
- генератор на постійних магнітах;
- блок керованих комутаторів;
- шахтну освітлювальну мережу;
- зарядний пристрій;
- акумуляторну батарею.



Рисунок 1–Спрощена функціональна схема роботи вітроустановки

При проектуванні вітроустановки в умовах шахти, бралось до уваги місце її розташування а також габаритні розміри , щоб вона не заважала руху електровозів а також те, що її потужність залежить від геометричних розмірів вітроколеса, коефіцієнту використання енергії вітру та густини повітря середовища.

Вітроустановка може розташовуватися на ділянці, що знаходиться на розгалудженні двох квершлагів. Спряження квершлагів – місце, де два квершлагів поєднуються в один. Дане місце в шахтах має свої особливості: швидкість руху вентиляційного потоку 8-15 м/с; достатньо простору для розміщення вітрогенератора.

Розміщення ВЕУ на ділянці, що являє собою спряження двох квершлагів зображено на рис.2.

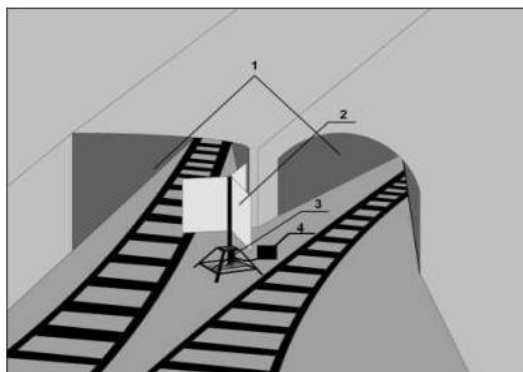


Рисунок 2 – Місце розташування ВЕУ:

1 – квершлаг; 2 – лопаті ВК; 3 – генератор; 4 – акумуляторна батарея

На рис. 3 спрощено показані магнітні системи пристрою, що складається з підвищувального редуктора і електрогенератора. Магнітний редуктор складається з зовнішнього низькошвидкісного ротора 1, який з'єднаний з лопатями вітрогенератора, нерухомих феромагнітних сегментів 2 і внутрішнього високошвидкісного ротора 3, постійні магніти внутрішнього і зовнішнього ротора закріплені на сталевих замикачах 4. Внутрішній високошвидкісний ротор з'єднаний з ротором електрогенератора 5.

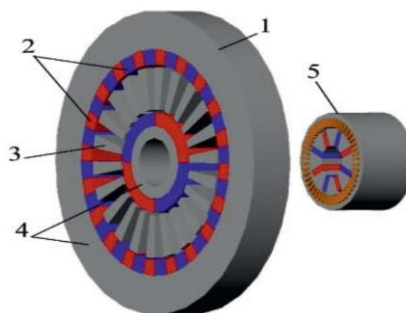


Рисунок 3-Магнітна система електрогенератора і магнітного редуктора

На рис. 4 показаний загальний вигляд і картина розподілу магнітної індукції генератора з номінальною частотою обертання $n = 100$ об / хв.

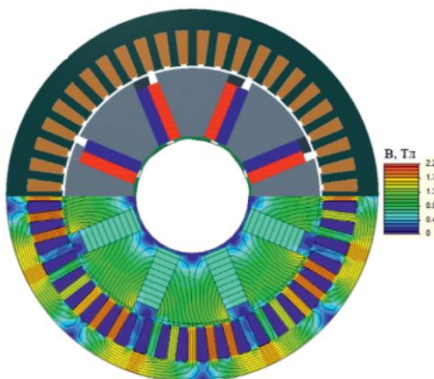


Рисунок 4-Загальний вигляд і картина розподілу магнітної індукції генератора

Висновки. Найбільш ефективним типом вітрогенератора для умов шахт є вітрогенератор з вертикальною віссю обертання. Очікувана потужність вітрових електростанцій для підземних гірничих виробок 0,5–4 кВт, залежно від типу вітроустановки та швидкості вітру, що дозволить забезпечити живлення освітлення всієї шахти.



Для вітроустановки невеликої потужності з номінальною частотою обертання ротора 100 об/хв доцільно застосовувати магнітний підвищуючий редуктор, характеристиками якого є: безшумність роботи, відсутність мастила, довговічність роботи без обслуговування.

Застосування магнітного редуктора дозволяє зменшити масу і габарити електрогенератора в порівнянні з випадком безпосереднього приєднання генератора до валу вітроротора.

Список літератури

1. Комплекс ресурсо- і енергозберігаючих геотехнологій видобутку та переробки мінеральної сировини, технічних засобів їх моніторингу із системою управління і оптимізації гірничорудних виробництв / А.А. Азарян, Ю.Г. Вілкул та ін. – Кривий Ріг: Мінерал, 2006. – 219 с.
2. Дзензерский В.А., Тарасов С.В., Костюков И.Ю. Ветроустановки малой мощности. — Киев: Наук. Думка. 2011. – 590 с.
3. By L. Jian, G. Xu, Y. Gong, J. Song, J. Liang, M. Chang. Electromagnetic design and analysis of a novel magnetic gear integrated wind power generator using time stepping finite element method // Progress In Electromagnetics Research. – 2011. – Vol. 113. – P. 351.
4. H. Polinder, J. Ferreira, B. Jensen, A. Abrahamsen, K. Atallah, R. McMahon. Trends in wind turbine generator systems // IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics. – 2013. – vol. 1. – No. 3. – P. 174-185.
5. Гребеников В.В., Прыймак М.В., Электрогенератор на постоянных магнитах с цилиндрическим магнитным редуктором для ветроустановки // Гідроенергетика України. – 2017. – №3-4 – С. 70-74.
6. O. Dobzhanskyi, Eklas Hossain, Ebrahim Amiri, R. Gouws, V. Grebenikov, L. Mazurenko, M. Pryjmak, R. Gamaliia. Axial-flux PM disk generator with magnetic gear for oceanic wave energy harvesting // in IEEE Access. – 2019. – vol. 7. – pp. 44813-44822.
7. X. Li, K.—T. Chau, M. Cheng, W. Hua. Comparison of magnetic geared permanent magnet machines // Progress in electromagnetics research. – 2013. – Vol. 133. – P. 177-198.

UDC 621.311.42

MODERNIZATION AND RATIONALE OF PARAMETERS OF TRANSFORMER SUBSTATION “ZHULYANY”

Meyta Olexander Vyacheslavovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

Perevoznyk Dmitro Alexandrovich

student

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

Abstract. *This paper deals with the modernization of transformer substations and their equipment. The types of high-voltage switches are analyzed, the possibilities of improvement are revealed and the changes to the design of the air switch are proposed, which will allow to increase its speed and reliability of operation.*

Keywords: *transformer substation, air-blast switch, switchgear, electrical equipment, modernization.*

Анотація. *В даній роботі розглядається питання модернізації трансформаторних підстанцій та їх обладнання. Проаналізовані види високовольтних вимикачів, виявлені*